

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 197 57 034 A 1**

(51) Int. Cl. 6:  
**F 28 F 9/00**  
F 28 F 9/16  
F 28 D 1/00

(71) Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Baumann, Andreas, Dipl.-Ing., 72760 Reutlingen, DE; Eitel, Jochen, Dipl.-Ing., 73266 Bissingen, DE; Griesinger, Manfred, Dipl.-Ing., 72525 Münsingen, DE; Hendrix, Daniel, Dipl.-Ing., 70469 Stuttgart, DE; Moderau, Klaus, Dipl.-Ing. (FH), 70499 Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 21 132 A1  
DE 41 30 517 A1  
DE 37 44 643 A1  
DE 93 09 822 U1  
EP 06 41 986 A1

JP Patents Abstracts of Japan:  
59-137796 A., M-343, Dec. 7, 1984, Vol. 8, No. 267;  
59-137795 A., M-343, Dec. 7, 1984, Vol. 8, No. 267;

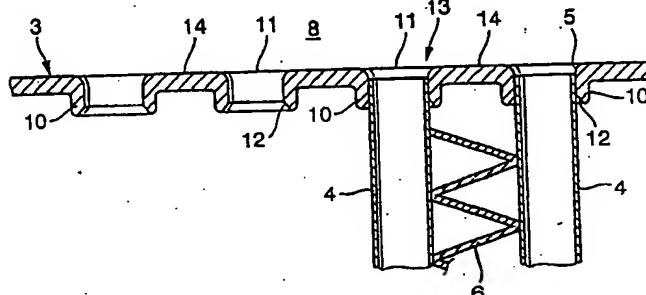
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler, mit zwei einander gegenüberliegend angeordneten Sammelkanälen, die jeweils eine Bodenplatte (3) aufweisen, wobei die Bodenplatten (3) parallel zueinander verlaufen und einander zugewandt zugeordnet sind, und mit nebeneinander parallel zueinander und senkrecht zu den Bodenplatten (3) angeordneten Flachrohren (4), die an den Bodenplatten (3) befestigt sind und durch in den Bodenplatten (3) vorgesehene Aussparungen (5) die Sammelkanäle kommunizierend verbinden.

Bei einem derartigen Wärmetauscher soll der bei der Durchströmung des Wärmetauschers stattfindende Druckverlust reduziert werden.

Dies wird ernungsgemäß dadurch erzielt, daß wenigstens bei einem der Sammelkanäle die Flachrohre (4) mit diesem Sammelkanal jeweils über eine Mündung (13) kommunizieren, die jeweils ein dem Inneren (8) des Sammelkanals zugewandtes, durch eine Einfassung (14) definiertes Mündungsöffnungsende (11) aufweist, wobei zu mindest einander zugewandte Bereiche von Einfassungen (14) benachbarter Mündungen (13) in einer die Mündungsöffnungen (11) enthaltenden Ebene aneinander grenzen.



DE 197 57 034 A 1

DE 197 57 034 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler, mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine erhebliche Erwärmung derselben mit sich, die für einen optimalen Ablauf des Verbrennungsprozesses nachteilig ist; beispielsweise kann dadurch eine verfrühte Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission ausgelöst werden. Um die nachteiligen Folgen von der Verbrennung zugeführter überhitzter Luft zu vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter Wärmetauscher der eingangs genannten Art nachgeschaltet, mit dem die komprimierte Luft vor ihrer Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden kann.

Bei einem Wärmetauscher der eingangs genannten Art wird die heiße Luft in einen ersten Sammelkanal des Wärmetauschers eingeleitet, wo sie sich verteilt und in Flachrohre einströmt, die in den Sammelkanal einmünden. Als "Flachrohre" werden im vorliegenden Fall Rohre bezeichnet, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, bei dem das Verhältnis der langen Seiten zu den kurzen Seiten relativ groß ist. Die Flachrohre sind nebeneinander, und mit den die langen Seiten ihres Querschnittes enthaltenden Seitenflächen parallel zueinander angeordnet und bilden einen Strömungsweg aus, durch den kühlende Luft durchgeleitet wird. Im Strömungsweg sind zwischen den Flachrohren Kühlrippen angeordnet, die einen effektiven Wärmeaustausch zwischen den Flachrohren und dem kühlenden Luftstrom bewirken. In den Flachrohren sind in der Regel sogenannte Turbulatoren angeordnet, die eine turbulente Strömung in den Flachrohren erzwingen, was für einen wirkungsvollen Wärmeaustausch zwischen der zu kühlenden Luft und den Flachrohren vorteilhaft ist. Nach dem Durchqueren des kühlenden Luftstromes münden die Flachrohre in einem zweiten Sammelkanal, der die darin einströmende gekühlte, komprimierte Ladeluft der Verbrennung im Motor zuführt.

Die Durchströmung eines derartigen Luft/Luft-Wärmetauschers ist mit einem erheblichen Druckverlust verbunden, wobei ein großer Teil dieses Druckverlustes für die Durchströmung der mit den Turbulatoren versehenen Flachrohre notwendig ist, um einen möglichst effizienten Wärmeaustausch zu erhalten. Der Druckabfall am Ladeluftkühler, der zur Erzielung einer gewünschten Leistungssteigerung des Verbrennungsmotors durch einen erhöhten Ladeluftdruck gerade noch tolerierbar ist, korreliert mit der im Ladeluftkühler erzielbaren Abkühlung der Ladeluft. Das bedeutet: Je größer der für den Ladeluftkühler zur Verfügung stehende, noch zulässige Druckabfall ist, desto größer ist auch die durch einen Ladeluftkühler erzielbare Abkühlung der Ladeluft. Eine Verbesserung der Ladeluftkühlung wird dabei beispielsweise durch längere Flachrohre erzielt, was wiederum eine entsprechende Erhöhung des Strömungswiderstandes und somit des über dem Ladeluftkühler stattfindenden Druckverlustes nach sich zieht.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, bei einem Wärmetauscher der eingangs genannten Art den bei der Durchströmung des Wärmetauschers auftretenden Druckverlust zu reduzieren.

Dieses Problem wird erfundengemäß durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Strömungsverluste im Übergangsbereich zwischen den

Flachrohren und den Sammelrohren zu reduzieren, in dem diese Übergangsbereiche hinsichtlich günstiger Strömungslenkungsbedingungen ausgestaltet werden. Ein in diesem Bereich des Wärmetauschers reduzierter Druckverlust kann beispielsweise im Bereich der Flachrohre für eine verbesserte Kühlung verwendet werden. Die hierzu vorgeschlagene Lösung schafft im jeweiligen Sammelkanal einen Übergangsbereich zwischen dem Sammelkanal und den Flachrohren, der eine im wesentlichen ebene, dem Inneren des Sammelkanals zugewandte Oberfläche ohne Störkonturen aufweist, in welcher die Mündungen bzw. die Mündungsbereiche der Flachrohre integriert sind. Gleichzeitig wird durch die verbesserten Strömungsbedingungen die Strömungsgeschwindigkeit im jeweiligen Sammelkanal reduziert, was eine zusätzliche Abnahme der Druckverluste zur Folge hat.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfundengemäßen Wärmetauschers können die Mündungen jeweils durch einen vom Inneren des Sammelkanals weggerichteten, die jeweilige Aussparung der Bodenplatte einfassenden Kragen gebildet sein, wobei das jeweilige Flachrohr in den Kragen einsteckbar oder auf dem Kragen aufsteckbar ist. Mit Hilfe dieses Vorschlags wird der Bereich, in dem die Flachrohre am Bodenblech des Sammelkanals befestigt werden, außerhalb des Sammelkanals angeordnet und kann folglich im durchströmten Innenraum des Sammelkanals keine Störkontur für die Strömung bilden.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform des erfundengemäßen Wärmetauschers können die Einfassungen der Mündungsöffnungensenden die Bodenplatte des Sammelkanals bilden. Diese Maßnahme bewirkt, daß keine zusätzlichen Bauteile im Wärmetauscher angeordnet werden müssen, so daß sich die gewünschten, vorteilhaften Strömungsverhältnisse ohne zusätzlichen Mehraufwand erzielen lassen.

Besonders vorteilhafte Strömungsverhältnisse mit geringen Druckverlusten ergeben sich, wenn der Kragen einen sich in Richtung zum Sammelkanal hin vergrößernden Öffnungsquerschnitt aufweist. Beispielsweise ist dabei der Mündungsbereich vom Mündungsöffnungsende bis zum dazugehörigen Flachrohrende in einem Schnitt in Längsrichtung des Sammelkanals trichterförmig oder glockenförmig ausgebildet, wobei ein kontinuierlicher, abgerundeter Übergang ohne Kanten besonders bevorzugt ist.

Um den Zusammenbau des Wärmetauschers zu vereinfachen, kann jeder Kragen an seinem im Flachrohr zugewandten Ende mit einer Fase versehen sein, die das Anbringen des Flachrohres am jeweiligen Kragen erleichtert.

Entsprechend einer anderen Ausführungsform des erfundengemäßen Wärmetauschers können die Mündungen der Flachrohre im Sammelkanal jeweils durch einen durch die Aussparung in der Bodenplatte durchgesteckten Endbereich des Flachrohres gebildet sein, der derart aufgeweitet ist, daß zumindest die einander zugewandten Bereiche benachbarter Aufweitungen aneinandergrenzen und dort die Einfassung des Mündungsöffnungsendes bilden. Dieser Vorschlag ermöglicht die Verwendung herkömmlicher Sammelkanäle mit üblicher Bodenplatte, wobei lediglich längere Flachrohre verwendet werden, die durch die Ausnehmungen

der Bodenplatte in das Innere des Sammelkanals hineingängend an der Bodenplatte angebracht werden. Durch die sich daran anschließende Aufweitung der in das Innere des Sammelkanals hineinragenden Enden der Flachrohre kann eine parallel zur Bodenplatte verlaufende Oberfläche ausgebildet werden, die zumindest im Bereich der aneinanderangrenzenden Aufweitung im wesentlichen keine Störkonturen aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Un-

teransprüchen, den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Detailansicht im Längsschnitt auf den Übergangsbereich zwischen einem Sammelkanal und den Flachrohren bei einem erfundungsgemäßen Wärmetauscher,

Fig. 3 eine Detailansicht wie in Fig. 2, jedoch bei einer Ausführungsform mit besonders vorteilhaft ausgestaltetem Übergangsbereich, und

Fig. 4 eine Detailansicht im Längsschnitt auf den Übergangsbereich zwischen Sammelkanal und Flachrohren bei einer anderen Ausführungsform des erfundungsgemäßen Wärmetauschers.

Entsprechend Fig. 1 weist ein Wärmetauscher 1 nach der Erfindung zwei sich gegenüberliegende Sammelkanäle 2 auf. Jeder der Sammelkanäle 2 ist an einer Seite mit einer im wesentlichen ebenen Bodenplatte 3 versehen. Dabei sind die Sammelkanäle 2 so am Wärmetauscher 1 angeordnet, daß ihre Bodenplatten 3 einander zugewandt sind und parallel zueinander verlaufen. Zwischen den Sammelkanälen 2 bzw. zwischen deren Bodenplatten 3 sind senkrecht zu den Bodenplatten 3, nebeneinander liegende, parallel zueinander verlaufende Flachrohre 4 angeordnet, deren Enden die Bodenplatten 3 in dafür vorgesehenen Aussparungen 5 durchdringen und dadurch die Sammelkanäle 2 miteinander kommunizierend verbinden. Zwischen benachbarten Flachrohren 4 sind Kühlrippen 6 angebracht, die im Ausführungsbeispiel zick-zack-förmig ausgebildet sind. Die Flachrohre 4 sind dabei auf herkömmliche Weise z. B. durch Verlöten an den Sammelkanälen 2 bzw. deren Bodenplatten 3 befestigt.

Wenn der Wärmetauscher 1 als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist, tritt zu kühlende Luft durch eine beispielsweise entsprechend Fig. 1 im oberen Sammelkanal 2 vorge sehene Einlaßöffnung 7 in einen Innenraum 8 des oberen Sammelkanals 2 ein. Die heiße Luft verteilt sich im Innenraum 8 und tritt in die Flachrohre 4 ein, durchströmt diese, wobei die Kühlung stattfindet, und tritt an deren anderen Enden wiederum in einen Innenraum 8 des anderen, unteren Sammelkanals 2 ein. Der untere Sammelkanal 2 enthält eine Auslaßöffnung 9, durch die die inzwischen gekühlte Luft dem entsprechenden Verbraucher, z. B. den Verbrennungs räumen des Motors, zugeleitet wird.

Die Abkühlung der Luft im Bereich der Flachrohre 4 erfolgt auf übliche Weise. Dabei werden die Flachrohre 4 mit den dazwischen angeordneten Kühlrippen 6 einer kühlenden Luftströmung ausgesetzt. Die in der die Flachrohre 4 durchströmenden Luft enthaltene Wärmeenergie wird auf die Flachrohre 4 und von diesen auf die Kühlrippen 6 und von diesen schließlich auf den kühlenden Luftstrom übertragen. Um den Wärmeaustausch zwischen der zu kühlenden Luft und den Flachrohren 4 zu verbessern, sind in den Flachrohren sogenannte "Turbulatoren" angeordnet, um eine für einen Wärmeaustausch vorteilhafte turbulente Durchströmung zu erzielen. Eine derartige turbulente Strömung hat jedoch einen relativ hohen Druckabfall zur Folge. Da, insbesondere bei einem als Ladeluftkühler verwendeten Wärmetauscher 1, der Druck in der durch die Auslaßöffnung 9 ab geführten Luft einen möglichst hohen Wert aufweisen soll, um eine gewünschte Leistungssteigerung am Motor erzielen zu können, ist bei der Durchströmung des Wärmetauschers 1 nur ein bestimmter Druckabfall zulässig. Dadurch ist beispielsweise die Länge der Flachrohre 4 und somit die im Wärmetauscher 1 erzielbare Abkühlung der diesen durchströmenden Luft begrenzt.

Weitere Strömungsverluste und folglich Druckverluste

treten in den Übergangsbereichen zwischen den Sammelkanälen 2 und den Flachrohren 4 auf, wobei jedoch die Verluste beim Einströmen in die Flachrohre 4 erheblich größer sind als die Verluste beim Austritt aus den Flachrohren 4.

5 Die Strömungsverluste in den genannten Übergangsbereichen - sogenannte Einlaufverluste - entstehen im wesentlichen im Zusammenhang mit der dort stattfindenden Umlenkung der im wesentlichen in Längsrichtung der Sammelkanäle 2 verlaufenden Strömung in die quer dazu verlaufenden Flachrohre 4.

In der Ansicht entsprechend Fig. 2 ist nur ein kleiner Bereich der Bodenplatte 3 dargestellt, wobei nur zwei Flachrohre 4 mit dazwischen angeordneten Kühlrippen 6 wiedergeben sind.

15 Um die Strömungsverluste in diesen Umlenkungs- und Übergangsbereichen zwischen Sammelkanal 2 und Flachrohren 4 zu reduzieren, ist entsprechend Fig. 2 die dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 zugewandte Oberfläche der Bodenplatte 3 derart ausgebildet, daß sie nahezu keine Störkonturen aufweist. Um einen möglichst "sanften" Übergangsbereich zwischen dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 und den Flachrohren 4 zu erzeugen, sind die in Form von Ausstülpungen ausgebildeten Aussparungen 5 der Bodenplatte 3 auf der dem Innenraum 8 abgewandten Außenseite 20 mit die Aussparungen 5 einfassenden Kragen 10 versehen. In diese Kragen 10 sind die Flachrohre 4 eingesteckt, wobei die Flachrohre 4 nicht bis in den Innenraum 8 hineinragen, sondern jeweils vorher, noch im Kragen 10 bzw. in der Aussparung 5 enden.

25 30 Um das Einbringen der Flachrohre 4 in die Kragen 10 bzw. in die Aussparungen 5 zu erleichtern, sind die Kragen an ihrem, dem jeweiligen Flachrohr 4 zugewandten freien Ende mit einer entsprechenden Fase 12 versehen.

Die entsprechend Fig. 2 ausgebildeten Übergangsbereiche 35 zwischen den Flachrohren 4 und dem Sammelkanal 2 bilden jeweils Mündungsbereiche bzw. Mündungen 13, deren dem Innenraum 8 zugewandtes Mündungsoffnungsende 11 jeweils durch eine Einfassung 14 eingefäßt ist. Dabei grenzen die Einfassungen 14 benachbarter Mündungen 13 40 in der Ebene aneinander, in der sich auch die Mündungsoffnungsenden 11 befinden, um eine dem Innenraum 8 zugewandte Oberfläche auszubilden, die keine Störkonturen aufweist.

Außerdem ist der Kragen 10 bzw. die davon eingefäßte 45 Aussparung 5 in dem an das Ende des darin eingebrachten Flachrohres 4 angrenzenden Bereich mit einem sich in Richtung zum Innenraum 8 hin erweiternden Querschnitt ver sehen.

Diese Querschnittserweiterung kann dabei entsprechend 50 einer bevorzugten, in Fig. 3 dargestellten Ausgestaltung erheblich stärker als im in Fig. 2 gezeigten Beispiel ausgeprägt und vorzugsweise so ausgebildet sein, daß der in Längsrichtung des Flachrohres 4 verlaufende Wandungs bereich kontinuierlich, ohne Kante, insbesondere glocken oder trichterförmig, mit einer sanften Abrundung in die quer dazu verlaufende Bodenplatte 3 übergeht. Dadurch kann eine besonders widerstandsfähige Umlenkung der Strömung erreicht werden.

In den Ausführungsbeispielen entsprechend den Fig. 2 60 und 3, bilden die aneinander angrenzenden Einfassungen 14 die Bodenplatte 3 des Sammelkanals 2, wodurch diese Varianten besonders einfach realisierbar sind.

Bei einer anderen Ausführungsform entsprechend Fig. 4 sind die Flachrohre 4 durch die Aussparungen 5 der Bodenplatte 3 in den Sammelkanal 2 eingeführt, bis sie in dessen Innenraum 8 hineinragen. Im Anschluß daran werden die freien Enden der Flachrohre 4 trichterartig oder glockenförmig aufgeweitet, bis sie sich zumindest an einander zuge-

wandten Bereichen berühren wo sie, z. B. durch Verlöten, aneinander befestigt werden können. Auch bei dieser Ausführungsform werden die dem Innenraum 8 zugewandten Mündungsöffnungensenden 11 jeweils von einer Einfassung 14 eingefäßt. Diese Einfassungen 14 werden dabei durch die aufgeweiteten freien Ende der Flachrohre 4 gebildet. Durch die vorgeschlagene Ausführungsform, bei der die Einfassungen 14 wiederum in der die Mündungsöffnungenenden 11 enthaltenden Ebene aneinandergrenzen, wird ebenfalls eine dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 zugewandte Oberfläche ausgebildet, die zumindest in diesen Bereichen keine Störkonturen aufweist.

## Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungen (13) jeweils durch einen durch die Aussparung (5) in der Bodenplatte (3) durchgesteckten Endbereich des Flachrohrs (4) gebildet sind, der aufgeweitet ist, derart, daß zumindest die einander zugewandten Bereiche benachbarter Aufweitungen aneinandergrenzen und dort die Einfassung (14) des Mündungsöffnungensendes (11) bilden.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aneinander angrenzenden Aufweitungen (14), insbesondere durch Verlöten miteinander verbunden sind.

## Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 2

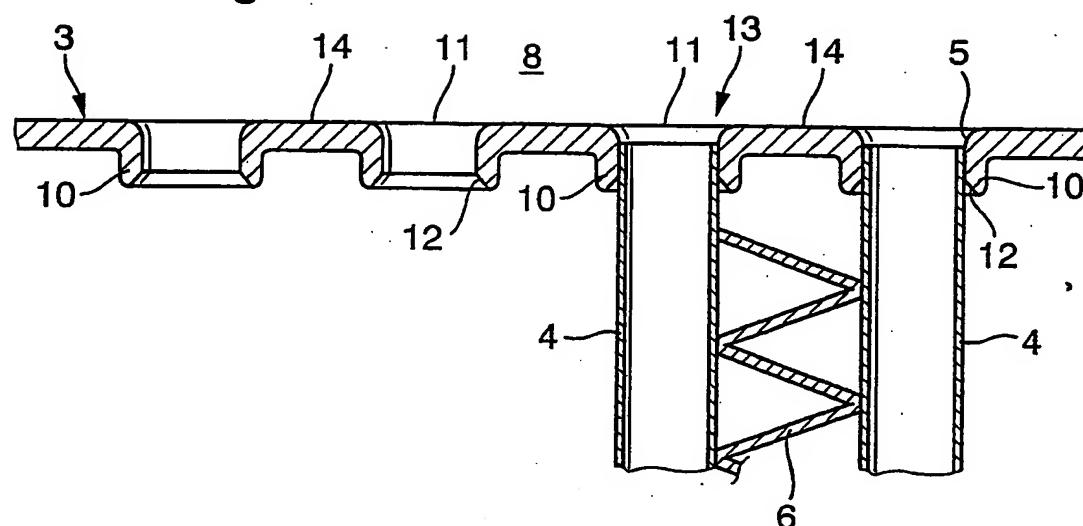


Fig. 3

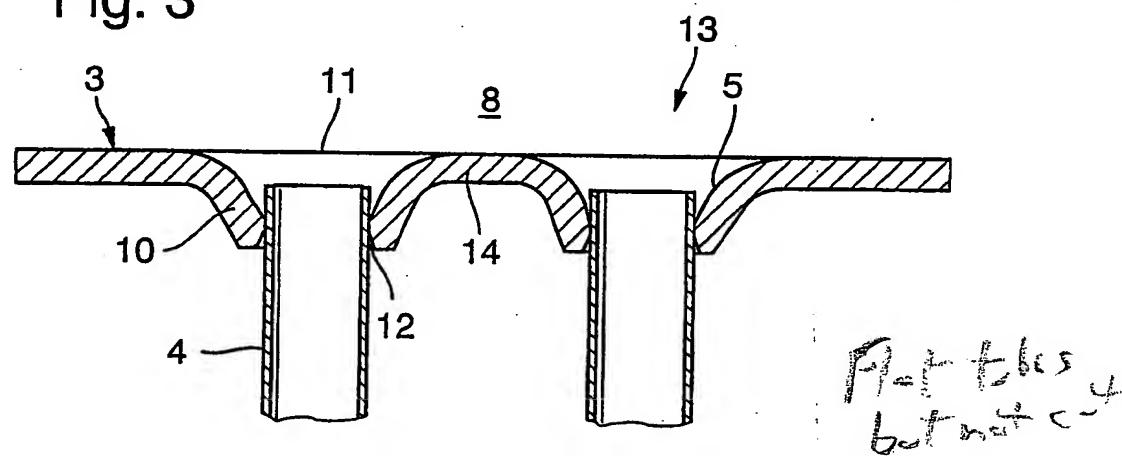


Fig. 4

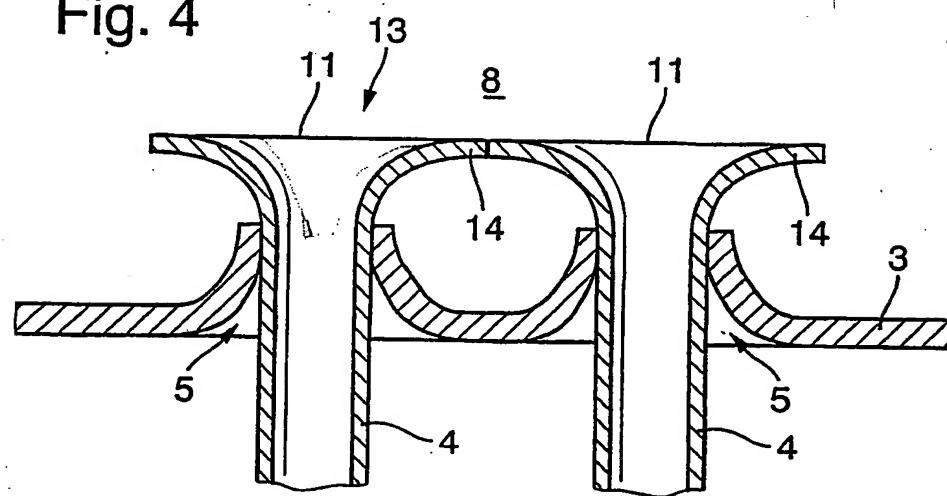


Fig. 1

